

PEMANFAATAN CANGKANG DAN SERAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER

UTILIZATION OF PALM KERNEL SHELL AND FIBER AS BOILER FUEL

Oksya Hikmawan¹⁾, Marisa Naufa²⁾, Lia Hartati Simarmata¹⁾

¹⁾Politeknik Teknologi Kimia Industri

Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit, ²⁾ Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pemanfaatan cangkang dan serat kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler. Penelitian ini langsung dilakukan di Pabrik Kelapa Sawit. Boiler yang digunakan adalah jenis *water tube boiler* dengan kapasitas uap 20 ton/jam dan tekanan kerja maksimal 19 kg/cm². Perbandingan bahan bakar cangkang dan serat kelapa sawit yang digunakan adalah 1 : 3 yaitu 25% cangkang dan 75% serat. Berdasarkan diagram *Material Balance* di Pabrik, jumlah bahan bakar yang tersedia adalah 1800 kg/jam cangkang dan 3760 kg/jam serat, sedangkan dari hasil perhitungan adalah jumlah bahan bakar rata-rata yang dibutuhkan 301,36 kg/jam cangkang dan 904,09 kg/jam serat. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan cangkang dan serat sebagai bahan bakar boiler selalu terpenuhi. Dari perhitungan didapatkan nilai kalor bawah yaitu *Lower Heating Value* (LHV) sebesar 13734,7 kkal/kg, nilai kalor atas yaitu *Higher Heating Value* (HHV) sebesar 15278,6 kkal/kg, *Efisiensi boiler* secara teori dan secara perhitungan sama nilai rata-ratanya yaitu 75%.

Kata kunci : boiler, cangkang kelapa sawit, serat kelapa sawit, water tube boiler, nilai kalor, lower heating value, higher heating value.

ABSTRACT

Research on the use of shells and oil palm fibers as boiler fuel. This research was directly carried out at the Palm Oil Mill. The boiler used is a type of water tube boiler with a steam capacity of 20 tons / hour with a maximum working pressure of 19 kg / cm². The use of shells and palm oil as a boiler fuel with a ratio of 1 : 3 is 25% shell and 75% fiber. Based on the Material Balance diagram at the Factory, the amount of available fuel is 1800 kg / hour of shell and 3760 kg / hour of fiber, while the results of the calculation are the average amount of fuel needed 301.36 kg / hour of shell and 904.09 kg / hour fiber. This shows that the need for shells and fiber as boiler fuel is always fulfilled. From the calculation the lower heating value is Lower Heating Value (LHV) of 13734.7 kcal / kg, the upper heating value of Higher Heating Value (HHV) is 15278.6 kcal / kg, Boiler Efficiency in theory and calculation equals the average value the average is 75%.

Keywords : boiler, palm kernel shell, palm fiber, water tube boilers, calorific value, lower heating value, higher heating value.

PENDAHULUAN

Boiler atau ketel uap adalah suatu bejana atau wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan. Energi panas dari fluida tersebut selanjutnya digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti untuk turbin uap, pemanas ruangan, mesin uap, dan lain sebagainya. Secara proses konversi energi, ketel memiliki fungsi untuk mengkonversi energi kimia yang tersimpan di dalam bahan

bakar menjadi energi panas yang tertransfer ke fluida kerja. Panas yang diberikan kepada fluida di dalam ketel berasal dari proses pembakaran dengan berbagai macam jenis bahan bakar yang dapat digunakan, seperti bahan bakar cair, bahan bakar padat, maupun bahan bakar gas. Dengan adanya kemajuan teknologi, energi nuklir pun juga digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan sumber panas pada boiler. Dapat diketahui bahwa syarat bahan bakar

ketel harus lah memiliki nilai kalor yang cukup untuk mengubah air menjadi uap, serta nilai kalor suatu bahan bakar juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi *boiler* itu sendiri.

Pada penelitian ini Boiler yang digunakan berbahan bakar cangkang dan *fiber* sebagai bahan penggerak alat pabrik kelapa sawit. Cangkang dan *fiber* kelapa sawit merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan sebagai biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi dalam pengolahan minyak kelapa sawit melalui pembakaran langsung *cangkang* dan *fiber*. *Fiber* adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, serabut ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah kelapa sawit, didalam serabut dan daging buah sawitlah minyak *Crude Palm Oil* (CPO) terkandung. Sedangkan cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut. (Gideon Rewin Napitupulu, dkk., 2015.) Cangkang dan *fiber* tersebut memiliki kandungan nilai kalor yang cukup tinggi yaitu 2.770,544 kkal dan 3.881,15 kkal. Perbandingan yang dilakukan saat pembakaran pada boiler yaitu *fiber* 30% dan cangkang 70% dilakukan setiap hari.



Gambar 1. Cangkang Kelapa Sawit



Gambar 2. Fiber/ Serat Sawit

Panas yang dihasilkan *fiber* jumlahnya lebih kecil dari yang dihasilkan oleh cangkang, oleh karena itu perbandingan lebih besar *fiber* dari pada cangkang. Disamping *fiber* lebih cepat habis menjadi abu apabila dibakar, pemakaian *fiber* yang berlebihan akan berdampak buruk pada proses pembakaran karena dapat menghambat proses perambatan panas pada pipa *water wall*, akibat abu hasil pembakaran berterbangan dalam ruang dapur dan menutupi pipa *water wall*, disamping mempersulit pembuangan dari pintu *ekspansion door* (pintu keluar untuk abu dan arang) akibat terjadinya penumpukan yang berlebihan.

Agar kualitas uap yang dihasilkan dari ketel uap sesuai dengan yang diinginkan maka dibutuhkan sejumlah panas untuk menguapkan air tersebut, dimana panas tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar ketel. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna di dalam ketel maka diperlukan beberapa syarat, yaitu :

1. Perbandingan pemakaian bahan bakar harus sesuai (cangkang dan *fiber*)
2. Udara yang dipakai harus mencukupi
3. Waktu yang diperlukan untuk proses pembakaran harus cukup.
4. Panas yang cukup untuk memulai pembakaran

5. Kerapatan yang cukup untuk merambatkan nyala api

6. Dalam hal ini bahan bakar yang digunakan adalah cangkang dan fiber.

Adapun alasan mengapa digunakan cangkang dan fiber sebagai bahan bakar adalah :

1. Bahan bakar cangkang dan fiber cukup tersedia dan mudah diperoleh dipabrik.
2. Cangkang dan fiber merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit apabila tidak digunakan.
3. Nilai kalor bahan bakar memenuhi persyaratan untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.
4. Sisa pembakaran bahan bakar dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman kelapa sawit.
5. Harga lebih ekonomis.

Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut.

Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai unsur kimia antara lain Carbon (C), Hidrogen (H₂), Nitrogen (N₂), Oksigen (O₂) dan Abu. Dimana unsur kimia yang terkandung pada cangkang mempunyai persentase (%) yang berbeda jumlahnya, bahan bakar cangkang ini setelah mengalami proses pembakaran akan berubah menjadi arang, kemudian arang tersebut dengan adanya udara pada dapur akan terbang sebagai ukuran partikel kecil yang dinamakan partikel pijar. Apabila pemakaian cangkang ini terlalu banyak dari fiber akan menghambat proses pembakaran akibat penumpukan arang dan nyala api kurang sempurna, dan jika cangkang digunakan sedikit, panas yang dihasilkan akan rendah, karena cangkang apabila dibakar akan mengeluarkan panas yang besar.

Perlu diteliti kecukupan ketersediaan bahan baku cangkang sawit dan *fiber* sebagai bahan bakar boiler dan efisiensinya untuk menjaga kinerja boiler tersebut.

Metode Pengkajian Efisiensi Boiler

Efisiensi adalah suatu tingkatan kemampuan kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pada boiler atau ketel

uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Terdapat dua metode pengkajian efisiensi boiler :

Metode Langsung

Energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler.

Dikenal juga sebagai “metode *input-output*” karena kenyataan bahwa metode ini hanya memerlukan keluaran/*output* (steam) dan panas masuk/*input* (bahan bakar) untuk evaluasi efisiensi.

Keuntungan metode langsung

1. Pekerja pabrik dapat dengan cepat mengevaluasi efisiensi boiler
2. Memerlukan sedikit parameter untuk perhitungan
3. Memerlukan sedikit instrumen untuk pemantauan
4. Mudah membandingkan rasio penguapan dengan data *benchmark*

Kerugian metode langsung

1. Tidak memberikan petunjuk kepada operator tentang penyebab dari efisiensi sistem yang lebih rendah.
2. Tidak menghitung berbagai kehilangan yang berpengaruh pada berbagai tingkat efisiensi.

Metode Tidak Langsung

Efisiensi merupakan perbedaan antar kehilangan dan energi masuk. Metodologi Standar acuan untuk Uji Boiler di tempat dengan menggunakan metode tidak langsung adalah *British Standard, BS 845:1987* dan *USA Standard ASME PTC-4-1 Power Test Code Steam Generating Units*.

Metode tidak langsung juga dikenal dengan metode kehilangan panas. Efisiensi dapat dihitung dengan mengurangi bagian kehilangan panas dari 100 sebagai berikut:

Efisiensi *boiler*

$$(n) = 100 - (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7)$$

Dimana kehilangan yang terjadi dalam boiler adalah kehilangan panas yang diakibatkan oleh:

1. Gas cerobong yang kering
2. Penguapan air yang terbentuk karena H₂ dalam bahan bakar
3. Penguapan kadar air dalam bahan bakar
4. Adanya kadar air dalam udara pembakaran
5. Bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu terbang/ *fly ash*
6. Bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu bawah/ *bottom ash*
7. Radiasi dan kehilangan lain yang tidak terhitung

Kehilangan yang diakibatkan oleh kadar air dalam bahan bakar dan yang disebabkan oleh pembakaran hidrogen tergantung pada bahan bakar, dan tidak dapat dikendalikan oleh perancangan.

Data yang diperlukan untuk perhitungan efisiensi boiler dengan menggunakan metode tidak langsung adalah:

1. Analisis *ultimate* bahan bakar (H₂, O₂, S, C, kadar air, kadar abu)
2. Persentase oksigen atau CO₂ dalam gas buang
3. Suhu gas buang dalam °C (T_f)
4. Suhu awal dalam °C (T_a) dan kelembaban udara dalam kg/kg udara kering
5. LHV bahan bakar dalam kkal/kg
6. Persentase bahan yang dapat terbakar dalam abu (untuk bahan bakar padat)
7. LHV abu dalam kkal/kg (untuk bahan bakar padat)

Keuntungan metode tidak langsung

Dapat diketahui neraca bahan dan energi yang lengkap untuk setiap aliran, yang dapat memudahkan dalam mengidentifikasi opsi-opsi untuk meningkatkan efisiensi boiler.

Kerugian metode tidak langsung

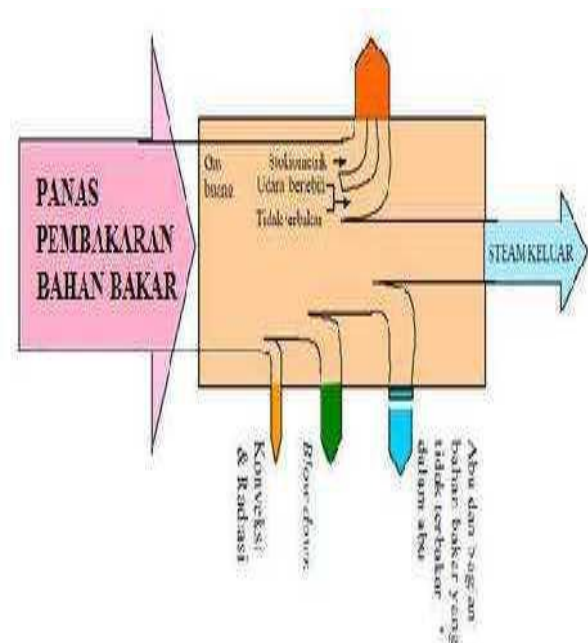
1. Perlu waktu lama
2. Memerlukan fasilitas laboratorium untuk analisis.

Di dalam penelitian ini penulis mengambil data secara langsung dilapangan meliputi :

1. *Steam pressure superheater* (bar)
2. Temperatur *feed tank* (°C)
3. Temperatur *deaerator* (°C)
4. Temperatur *out let steam* (°C)
5. *Steam flow* (ton uap/jam)

Neraca Panas

Proses pembakaran dalam boiler dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir energi. Diagram ini menggambarkan secara grafis tentang bagaimana energi masuk dari bahan bakar diubah menjadi aliran energi dengan berbagai kegunaan dan menjadi aliran kehilangan panas dan energi. Panah tebal menunjukkan jumlah energi yang terkandung dalam aliran masing-masing.



Gambar 3. Diagram neraca Energi Boiler

Neraca panas merupakan keseimbangan energi total yang masuk boiler terhadap yang meninggalkan boiler dalam bentuk yang berbeda. Gambar berikut memberikan gambaran berbagai kehilangan yang terjadi untuk pembangkitan steam. Kehilangan energi dapat dibagi kedalam kehilangan yang tidak atau dapat dihindarkan. Tujuan dari Produksi Bersih dan/atau pengkajian energi harus mengurangi kehilangan yang dapat dihindari, dengan meningkatkan efisiensi energi.

Kehilangan berikut dapat dihindari atau dikurangi: Kehilangan gas cerobong:

1. Udara berlebih (diturunkan hingga ke nilai minimum yang tergantung dari teknologi *burner*, operasi (kontrol), dan pemeliharaan).
2. Suhu gas cerobong (diturunkan dengan mengoptimalkan perawatan (pembersihan), beban; *burner* yang lebih baik dan teknologi boiler).

Kehilangan karena bahan bakar yang tidak terbakar dalam cerobong dan abu (mengoptimalkan operasi dan pemeliharaan; teknologi *burner* yang lebih baik), Kehilangan dari *blowdown* (pengolahan air umpan segar, daur ulang kondensat), Kehilangan kondensat (manfaatkan sebanyak mungkin kondensat) Kehilangan konveksi dan radiasi (dikurangi dengan isolasi boiler yang lebih baik).

METODOLOGI PENELITIAN

Sampel uji bahan bakar *fibre* dan cangkang diambil ditempat penumpukan bahan bakar ketel di Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Data untuk perhitungan efisiensi ketel juga langsung diambil di PKS.

Menghitung Kebutuhan Bahan Bakar Boiler

a. Perhitungan nilai panas pembakaran

$$C = (51,14\% \times 25\%) + (40,14\% \times 75\%) \\ = 0,4289$$

$$H = (3,26\% \times 25\%) + (4,25\% \times 75\%) \\ = 0,40025$$

$$S = (0,07\% \times 25\%) + (0,66\% \times 75\%) \\ = 0,05125$$

$$O = (42,16\% \times 25\%) + (30,12\% \times 75\%) \\ = 0,3313$$

$$W = (12,40\% \times 25\%) + (30,10\% \times 75\%) \\ = 0,25675$$

Higher heating value (HHV)

$$HHV = 33950C + 144200\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9400 S$$

Lower Heating Value (LHV)

$$LHV = HHV - 2400 (W + 9H)$$

b. Kebutuhan Bahan Bakar

$$W_{bb} = \frac{\mu (H_{sh} - H_a)}{\pi k \times LHV}$$

Keterangan :

W_{bb} = Kebutuhan bahan bakar

μ = Massa uap yang dihasilkan ketel

H_{sh} = Entalpi uap keluar ketel

H_a = Entalpi air masuk ketel

πk = Efisiensi ketel uap

LHV = Lower Heating Value

μ = 20.000 kg/jam

Pemakaian Bahan Bakar Cangkang

$$= \% \text{ cangkang} \times W_{bb}$$

Pemakaian Bahan Bakar Serat (*Fibre*)

$$= \% \text{ Fibre} \times W_{bb}$$

Efisiensi Boiler

$$\pi k = \frac{\mu (H_{sh} - H_a)}{W_{bb} \times LHV}$$

Nilai kalor (*Heating Value*)

Nilai kalor merupakan energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Bahan bakar adalah zat kimia yang apabila direaksikan dengan oksigen (O_2) akan menghasilkan sejumlah kalor. Bahan bakar dapat berwujud gas, cair, maupun padat. Selain itu, bahan bakar merupakan suatu senyawa yang tersusun atas beberapa unsur seperti karbon (C), hidrogen (H), belerang (S), dan nitrogen (N).

Kualitas bahan bakar ditentukan oleh kemampuan bahan bakar untuk menghasilkan energi. Kemampuan bahan bakar untuk menghasilkan energi ini sangat ditentukan oleh nilai bahan bakar yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang dihasilkan pada proses pembakaran per satuan massa atau persatuan volume bahan bakar.

Nilai pembakaran ditentukan oleh komposisi kandungan unsur di dalam bahan

bakar. Dikenal dua jenis pembakaran (*Ir. Syamsir A. Muin, Pesawat-pesawat Konversi Energi 1 (Ketel Uap) 1988:160*), yaitu:

1. Nilai Kalor Pembakaran Tinggi

Nilai kalor pembakaran tinggi atau juga dikenal dengan istilah *High Heating Value* (HHV) adalah nilai pembakaran dimana panas pengembunan air dari proses pembakaran ikut diperhitungkan sebagai panas dari proses pembakaran.

Dirumuskan dengan:

$$\text{HHV} = 33950 \text{ C} + 144200 (\text{H}_2 - \text{O}_2/8) + 9400 \text{ S} \text{ kJ/kg}$$

2. Nilai Kalor Pembakaran Rendah

Nilai kalor pembakaran rendah atau juga dikenal dengan istilah *Low Heating Value* (LHV) adalah nilai pembakaran dimana panas pengembunan uap air dari hasil pembakaran tidak ikut dihitung sebagai panas dari proses pembakaran.

Dirumuskan dengan:

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 2411 (9\text{H}_2) \text{ kJ/kg}$$

Kebutuhan Udara Pembakaran

Kebutuhan udara pembakaran didefinisikan sebagai kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar secara sempurna yang meliputi :

a. Kebutuhan udara teoritis

$$(\text{Ut}) \text{ Ut} = 11,5 \text{ C} + 34,5 (\text{H}-\text{O}/8) + 4,32 \text{ S} \text{ kg/kgBB}$$

b. Kebutuhan udara pembakaran sebenarnya/aktual

$$(\text{Us}) : \text{Us} = \text{Ut} (1+\alpha) \text{ kg/kgBB}$$

Gas Asap

Reaksi pembakaran akan menghasilkan gas baru, udara lebih dari sejumlah energi. Senyawa-senyawa yang merupakan hasil dari reaksi pembakaran disebut gas asap.

a. Berat gas asap teoritis (Gt) $\text{Gt} = \text{Ut} + (1-\text{A}) \text{ kg/kgBB}$

Dimana A = kandungan abu dalam bahan bakar (ash) Gas asap yang terjadi terdiri dari:

1. Hasil reaksi atas pembakaran unsur-unsur bahan bakar dengan O_2 dari udara seperti CO_2 , H_2O , SO_2
2. Unsur N_2 dari udara yang tidak ikut bereaksi
3. Sisa kelebihan udara

Dari reaksi pembakaran sebelumnya diketahui :

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg C} &\text{menghasilkan } 3,66 \text{ kg CO}_2 \\ 1 \text{ kg S} &\text{menghasilkan } 1,996 \text{ kg SO}_2 \\ 1 \text{ kg H} &\text{menghasilkan } 8,9836 \text{ kg H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Maka untuk menghitung berat gas asap pembakaran perlu dihitung dulu masing-masing komponen gas asap tersebut (*Ir. Syamsir A. Muin, Pesawat-pesawat konversi 1 (Ketel Uap) 1988:196*):

$$\begin{aligned} \text{Berat CO}_2 &= 3,66 \text{ C kg/kg} \\ \text{Berat SO}_2 &= 2 \text{ S kg/kg} \\ \text{Berat H}_2\text{O} &= 9 \text{ H kg/kg} \\ \text{Berat N}_2 &= 77\% \text{ Us kg/kg} \\ \text{Berat O}_2 &= 23\% \text{ Ut} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka akan didapatkan jumlah gas asap:

$$\text{Berat gas asap (Gs)} = \text{W CO}_2 + \text{W SO}_2 + \text{W H}_2\text{O} + \text{W N}_2 + \text{W O}_2$$

b. Berat gas asap sebenarnya (Gs) $\text{Gs} = \text{Us} + (1-\text{A}) \text{ kg/kgBB}$

Untuk menentukan komposisi dari gas asap didapatkan: Kadar gas = $(\text{W gas tersebut} / \text{W total gas}) \times 100\%$

Volume Gas Asap

Jumlah oksigen adalah 21% jumlah udara pembakaran. Jadi:

$$\text{V}(\text{O}_2) = 21\% (\text{V}_a)_{\text{act}} ; \text{ belum termaksud oksigen yang dikandung dalam bahan bakar. Oksigen yang terdapat dalam bahan bakar tergantung persentasenya}$$

Dengan demikian maka volume gas asap basah adalah :

Parameter yang dipantau untuk perhitungan efisiensi boiler dengan metode langsung adalah :

1. Jumlah steam yang dihasilkan per jam (Ws) dalam kg uap/jam
2. Jumlah bahan bakar yang digunakan perjam (Wf) dalam kg/jam
3. Tekanan kerja (dalam kg/cm²) dan suhu lewat panas (°C), jika ada
4. Suhu air umpan (°C)

$$V_g = \frac{1,866 C + 0,7 S}{0,11} 1,24 (9 H_2) m^3 / kgBB$$

Vg = Volume gas asap (m³/kgBB)

C = Nilai carbon bahan bakar

S = Nilai Sulfur bahan bakar

H₂ = Nilai Hidrogen bahan bakar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik kelapa sawit adalah cangkang dan serabut (*fiber*). Karena pabrik kelapa sawit memanfaatkan hasil limbah olah pabrik itu sendiri, agar tidak membeli bahan bakar lain, selain itu serabut (*fiber*) memiliki sisa kandungan minyak sehingga baik sebagai bahan bakar untuk pabrik itu sendiri.

Cangkang dan serabut (*fiber*) memiliki beberapa kandungan unsur yaitu Carbon (C), Hidrogen (H₂), Oksigen (O₂), Nitrogen (N₂), Abu (A). Unsur-unsur yang terkandung didalam cangkang dan serabut (*fiber*) inilah maka dapat dihitung nilai pembakar dan bahan bakar serabut yaitu jumlah panas yang dihasilkan dalam bahan bakar .

Berikut ini adalah komposisi dari pada cangkang dan serabut (*fiber*).

Cangkang	Serabut(<i>fiber</i>)
1	3
25%	75%

Tabel 1. Komposisi Cangkang Dan Serabut (*fiber*), menghitung persen kadar unsur cangkang dan serabut (*fiber*)

Unsur	Cangkang	Fiber
-------	----------	-------

	(%)	(%)
Carbon (C)	51,14	40,14
Hidrogen (H)	3,26	4,25
Sulfur (S)	0,07	0,66
Oksigen (O)	43,16	30,12
Nitrogen (N)	1,65	22,29
Abu (Ash)	0,50	3,20
Air (W)	12,40	38,10

Sumber : PKS PTP Nusantara III Aek Nabara Selatan

Tabel 2. Data Operasi Boiler Dalam Sekali Proses

Tanggal produksi	Tekanan uap (kg/cm ²)	Temperatur luar (°C)	Temperatur air umpan ketel (°C)
10 Juli 2018	19	35	95

Sumber : PKS PTP Nusantara III Aek Nabara Selatan

Boiler (ketel uap) adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk *steam*. Ketel uap berfungsi sebagai tempat penghasil uap hasil pemanasan air pada suhu tertentu. Jenis ketel uap yg digunakan pada PKS adalah *water tube boiler* dengan kapasitas uap 20 ton/jam dengan tekanan kerja maksimal 19 kg/cm² serta bahan bakar yang digunakan berupa cangkang dan serabut (*fiber*). Perbandingan cangkang dan serat adalah sebesar 1:3 yakni 25% cangkang dan 75% serabut. Menurut diagram *Material Balance* di PKS jumlah bahan bakar yang tersedia adalah 3760 kg/jam serat dan 1800 kg/jam cangkang sedangkan dari hasil perhitungan metode secara langsung adalah jumlah bahan bakar rata-rata yang dibutuhkan 904,08978 kg/jam serat dan 301,36326 kg/jam cangkang.

Data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan cangkang dan serat sebagai bahan bakar *boiler* selalu terpenuhi. Hasil analisa dan perhitungan nilai kalor bahan

bakar cangkang dan serabut dengan perbandingan 1:3 untuk nilai kalor bawah yaitu *lower heating value* (LHV) sebesar 13734,69782 kkal/kg dan untuk nilai kalor atas yaitu *higher heating value* (HHV) sebesar 15278,59785 kkal/kg. Efisiensi boiler yang didapat dari hasil perhitungan metode secara langsung adalah rata-rata sebesar 75%. Efisiensi boiler secara teori dan secara perhitungan sama nilai rata-ratanya. Hasil Perbandingan Penelitian menurut Kunarto, S.T, M.T, Nilai efisiensi boiler tertinggi yang dihasilkan sebesar 83,6236948 dengan menggunakan bahan bakar boiler fiber murni dan bahan bakar campuran B yaitu 80% fiber + 20% cangkang, sedangkan nilai efisiensi boiler terendah yang dihasilkan sebesar 83,62 % dengan menggunakan bahan bakar boiler campuran A yaitu 90% fiber + 10% cangkang, nilai Efisiensi boiler tertinggi yang dihasilkan sebesar 71,05% dan nilai efisiensi boiler terendah yang dihasilkan sebesar 69,49%.

Dengan beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi boiler adalah tekanan *superheater*, temperatur air umpan, temperatur uap, jumlah uap yang dihasilkan, jumlah konsumsi bahan bakar, dan nilai kalor pembakar bahan bakar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang di peroleh maka manfaat cangkang dan fiber adalah sebagai bahan bakar pada boiler, karena banyaknya limbah cangkang sehingga pabrik memutuskan untuk mengolah limbah cangkang sebagai bahan bakar pada boiler. Dan fiber yang memiliki sisa kandungan minyak sehingga memungkinkan dipilih sebagai bahan bakar pada boiler.

Dari perhitungan pemakaian bahan bakar cangkang diperoleh jumlah cangkang yang digunakan pada bahan bakar boiler dalam sekali proses sebesar 301,36 kg/jam.

Dari perhitungan pemakaian bahan bakar serabut (fiber) diperoleh jumlah serabut yang digunakan pada bahan bakar boiler dalam sekali proses sebesar 904,09 kg/jam.

Saran

Dari hasil penelitian bahan bakar pada boiler yang telah didapat, sebaiknya, bahan bakar fiber sangat cocok digunakan untuk bahan bakar boiler, karena fiber sama sekali tidak memiliki nilai untuk dijual berbeda dengan bahan bakar cangkang yang masih memiliki nilai jual ke konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Daya, Budi. dkk. 2017. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya: Bogor
- Djokosetyarjo, M.J. 1987. *Ketel Uap*. Pradaya Paramitri: Jakarta.
- Haryanti, Andi, dkk. 2014. *Studi Pemanfaatan Limbah pada Kelapa Sawit*. Universitas Mulawarman Samarinda: Kalimantan Timur.
- Holman J.P. 1933. *Perpindahan Kalor Edisi Enam*. Erlangga: Jakarta.
- Muin, Syamsir A. 1988. *Pesawat-pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)*. Rajawali pers: Jakarta
- Naibaho, Ponten M. 2016. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit: Medan.
- Nazaruddin. 2017. *Optimasi Bahan Bakar Untuk Mengetahui Kinerja Boiler*. Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru: Riau.
- Pudjanarsa, Astu, Djati Nursuhud. 2013. *Mesin Konversi Energi. C, V, Andi*. Yogyakarta.
- Setiawan, Yudi. 2016. *Karakteristik Campuran Cangkang dan serabut Buah Kelapa Sawit Terhadap Nilai Kalor Diprovinsi Bangka Belitung*. Universitas Bangkak Belitung: Bangka Belitung.
- Sudarjo, dkk. 2007. *Pengolahan Limbah Industri Sawit Sebagai Bahan Bakar*

- Alternatif,*
Muhammadryah
Yogyakarta.
- Universitas
Yogyakarta:
- Tambunan, Diman Reymond. 2010. *Ketel/ uap*. PTKI : Medan.
- Kunarto, S.T , M.T. 2019. *Analisa Efesiensi Boiler Pabrik Kelapa Sawit dengan Menggunakan Bahan Bakar Fiber dan Cangkang*. Program Studi Teknik Mesin. Teknik Mesin: Universitas Bandar Lampung.